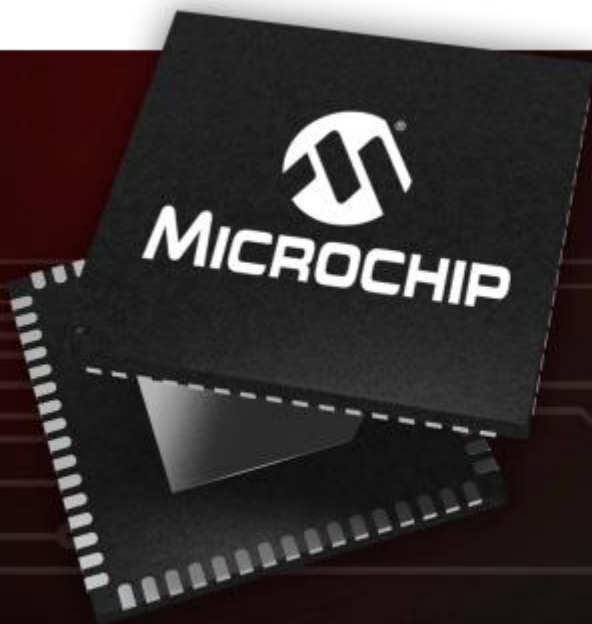




MICROCHIP



A Leading Provider of Microcontroller,
Mixed-Signal, Analog & Flash-IP Solutions



Microchip dsPIC® DSC的电池均衡方案让混合动力汽车更环保

徐乃洲
资深应用工程师

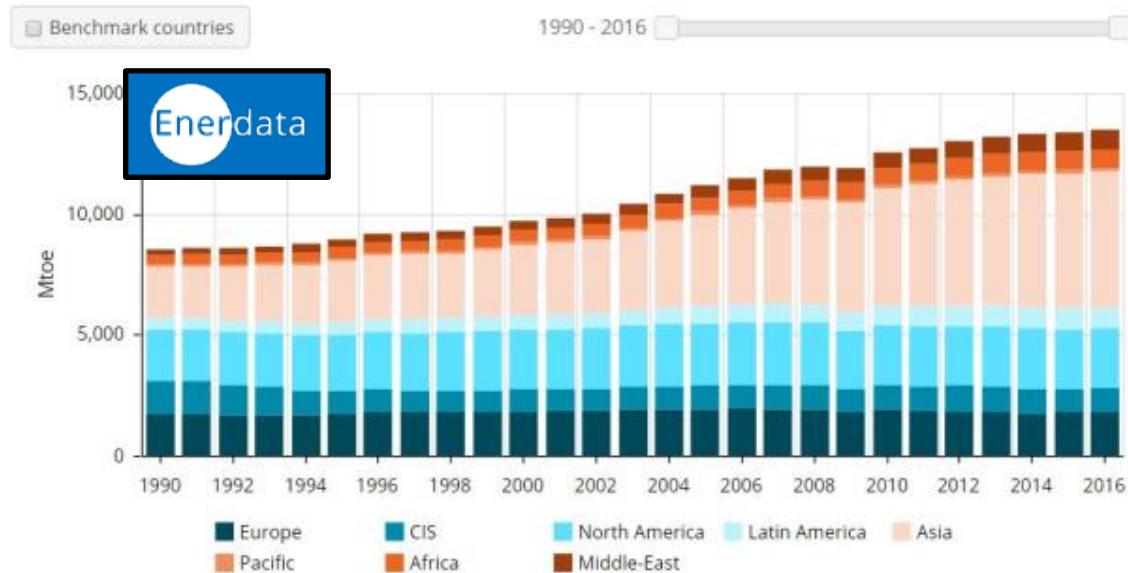
- 用于轻（**Mild**）/微（**Micro**）混合动力汽车的**48V/12V**总线均衡器系统
- **48V/12V**系统
 - 框图
 - 工作模式
 - 系统集成
- 目标产品
- 总结

- 用于轻（**Mild**）/微（**Micro**）混合动力汽车的**48V/12V**总线均衡器系统
- **48V/12V**系统
 - 框图
 - 工作模式
 - 系统集成
- 目标产品
- 总结

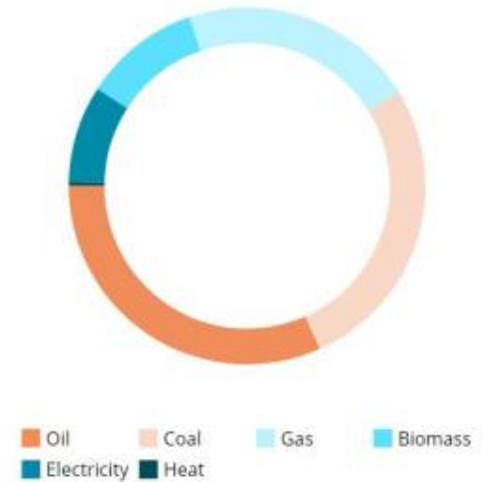
全球能源消耗总量

自1990年起，全球能源消耗总量已增加了59%。

Trend over 1990 - 2016



Breakdown by energy (2016)

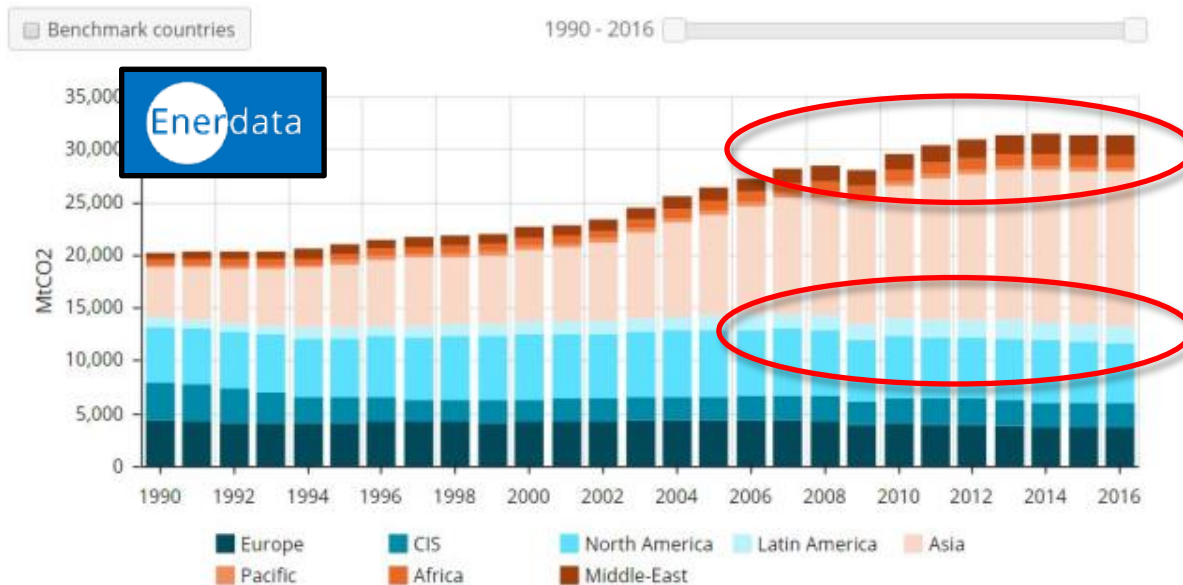


来源: <https://yearbook.enerdata.net/total-energy/world-consumption-statistics.html>

全球CO₂排放量

从1990到2010年的20年中，全球CO₂排放量增加了近30%，
不过最近全球CO₂排放量已渐趋稳定，甚至峰值有下降趋势。

Trend over 1990 - 2016



Breakdown by energy (2016)

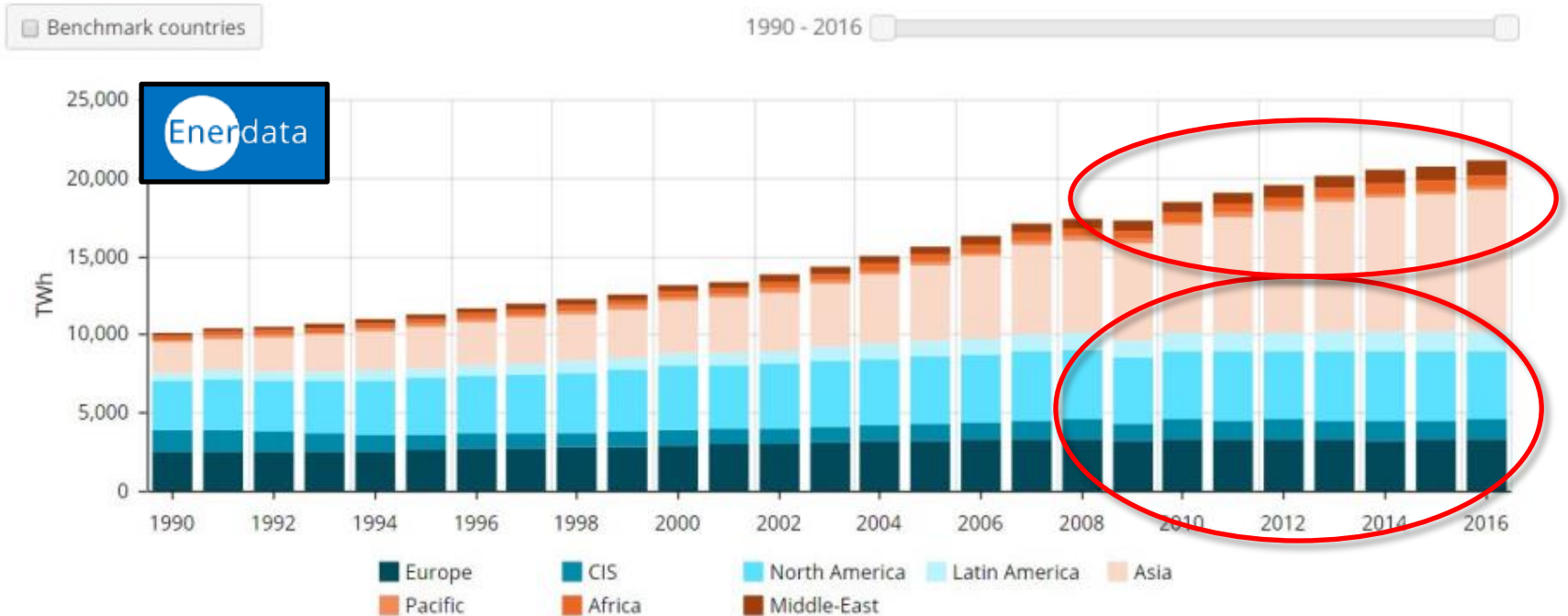


来源: <https://yearbook.enerdata.net/co2-fuel-combustion/CO2-emissions-data-from-fuel-combustion.html>

全球耗电量

过去26年，全球耗电量已翻番。

Trend over 1990 - 2016

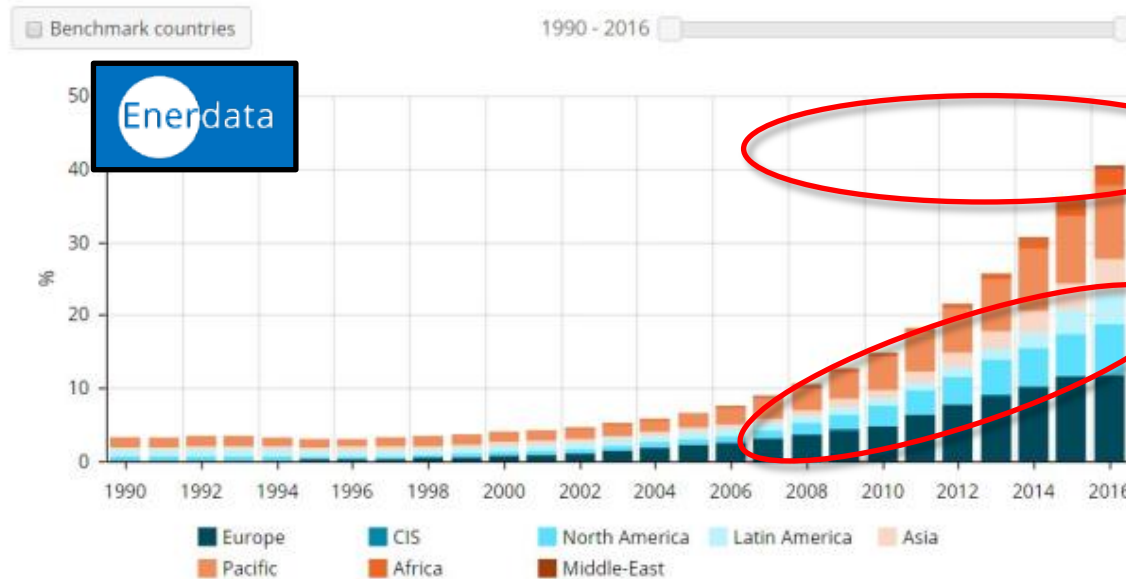


来源: <https://yearbook.enerdata.net/electricity/electricity-domestic-consumption-data.html>

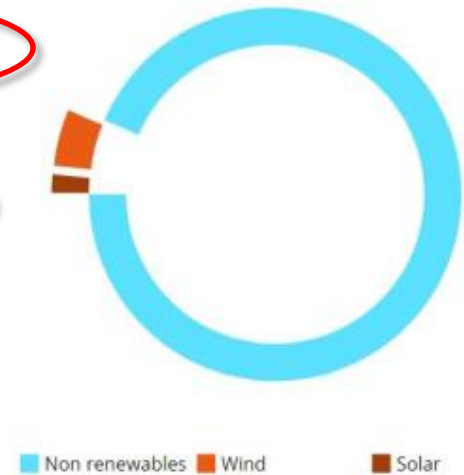
风能和太阳能 在全球能源生产中的占比

风能和太阳能等可再生能源在投资目标中位列第一，
而积极的扶植政策也起着推波助澜的作用

Trend over 1990 - 2016



% in electricity production (2016)



来源: <https://yearbook.enerdata.net/renewables/wind-solar-share-electricity-production.html>

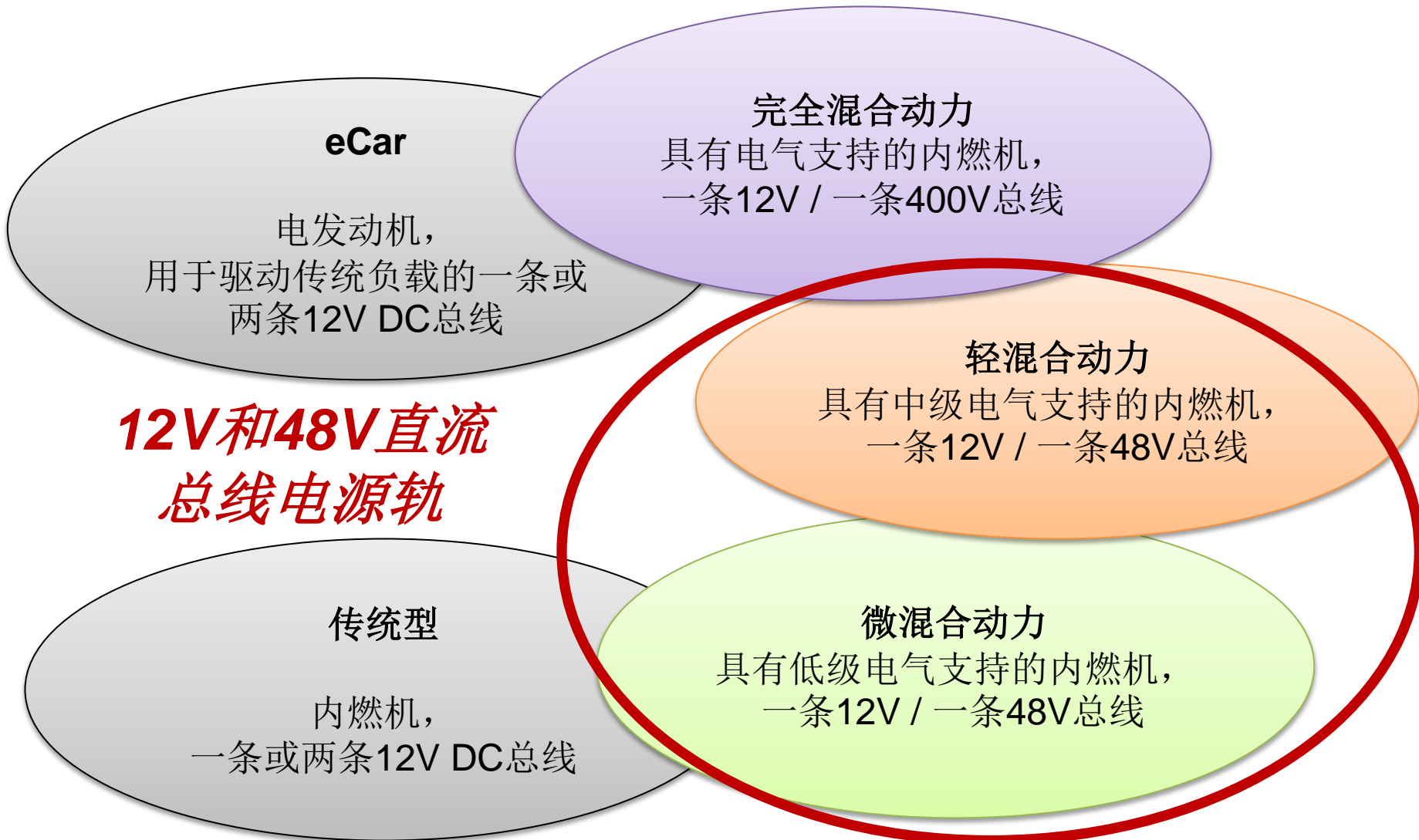
- 尽管全球能量消耗量仍稳定增长，但相关的CO₂排放量已趋于平稳
- 为了达到全球限制变暖的目标，而对经济的影响极小，需要多种新兴技术
- 电力电子技术的发展趋势：
 - 采用可再生能源
 - 提高能效（如GaN和SiC）
 - 能源回收和均衡方案
 - 全新 / 改良 / 奇特的拓扑结构
- 不断提升的高能效利用率，需要互相连接的智能性
 - 智能电网和智能家电
 - 高级子系统功耗管理

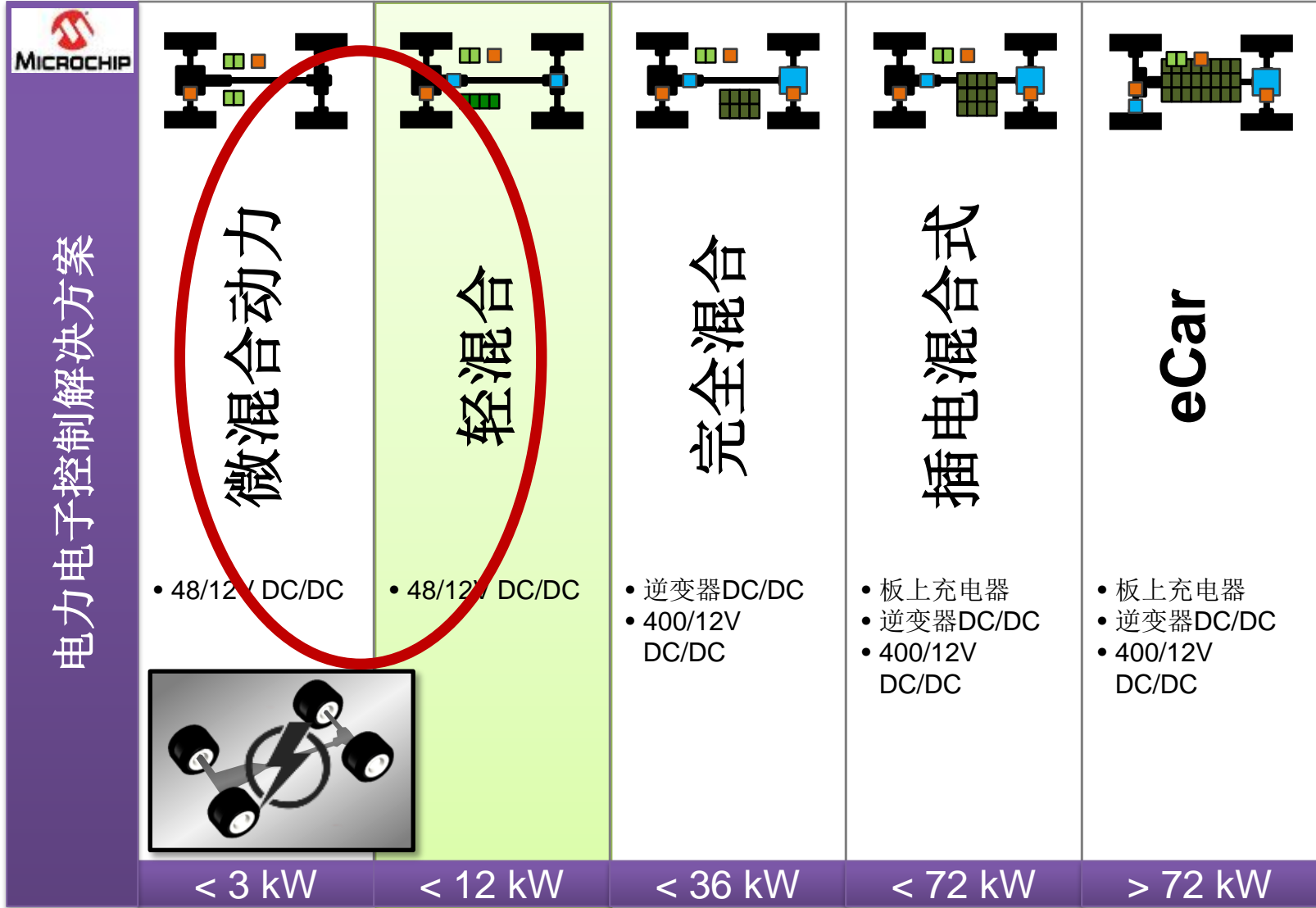
最佳应用实例

电动汽车



混合动力汽车对比图

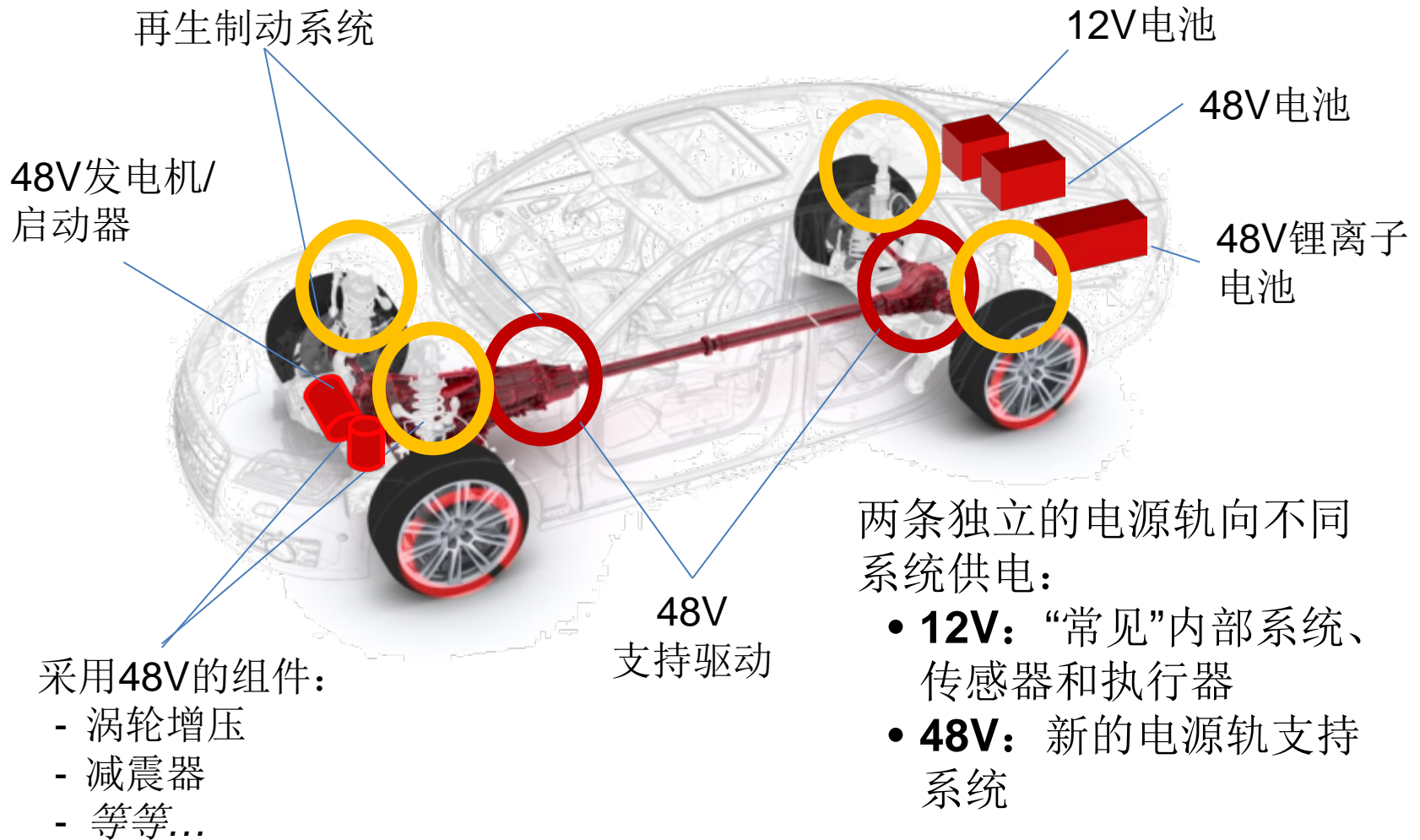




48V总线概述

- 目前，中型汽车通常有**100**多个负载，平均功耗 $P_{AVG} \approx 1,500 \text{ W}$ ，峰值功耗 $P_{Pk} \approx 3,000 \text{ W}$
- 汽车的布线系统重**40 kg**，总长度达 **2,000米**
- 由普通电压的四倍向大电流系统供电，使线缆截面缩减**16倍**
- 混合动力汽车中，大电流系统越来越多，并引入了能量采集源
- 采用**48V**的轻（**Mild**）/微（**Micro**）混合动力汽车具有出色的成本和燃油效率

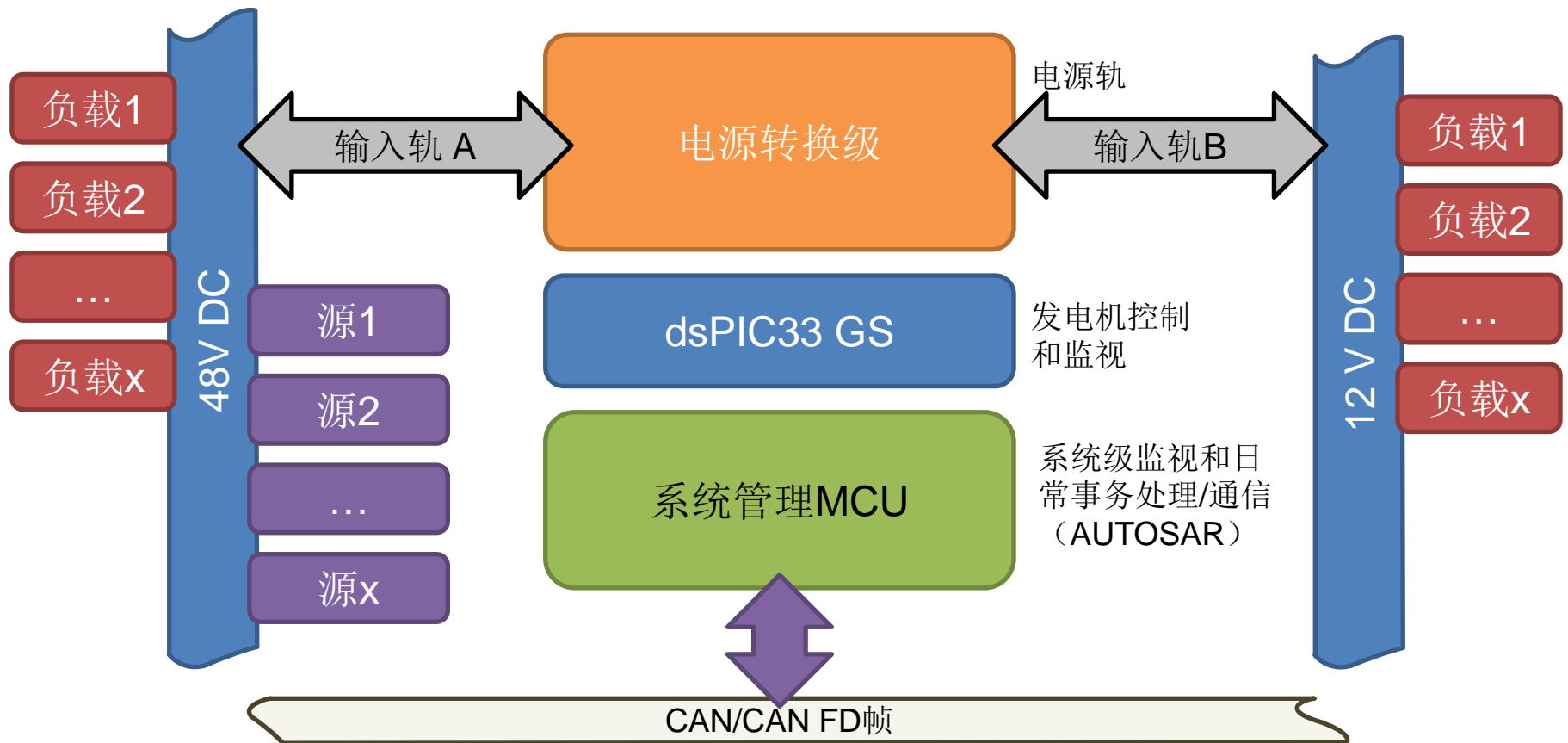
48V总线架构



- **结构优势**
 - 减轻重量
 - 使损耗最少
 - 优化成本
- **新应用**
 - 能量收集（回收），来自
 - 再生制动系统
 - 48V支持驱动，在“滑行”和“软制动”情况下采用
 - 不同的工作模式
 - 智能编程式的降压和/或升压电流源模式
 - 电压总线均衡器模式（主动过压/欠压计数器测量）
 - 优化的起停机制（总线升压模式）

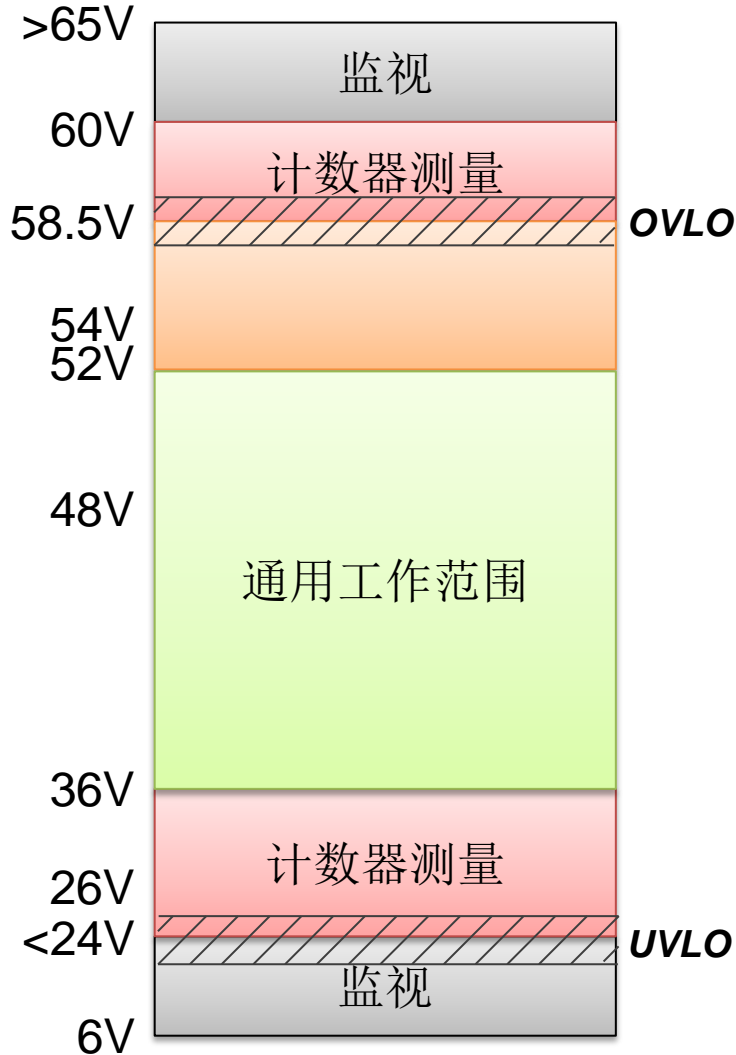
- 用于轻（Mild）/微（Micro）混合动力汽车的48V/12V总线均衡器系统
- **48V/12V系统**
 - 框图
 - 工作模式
 - 系统集成
- 目标产品
- 总结

● 典型系统框图



- 用于轻（Mild）/微（Micro）混合动力汽车的48V/12V总线均衡器系统
- **48V/12V系统**
 - 框图
 - 工作模式
 - 系统集成
- 目标产品
- 总结

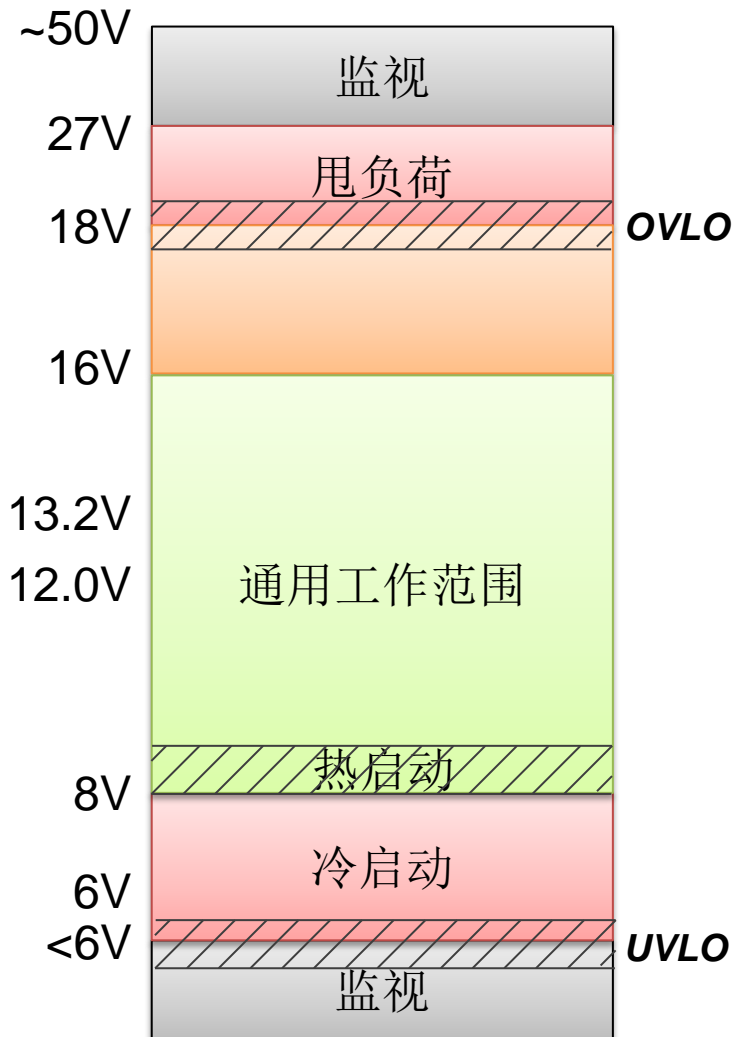
48V电源轨规范



- 电源范围: **24 ... 60V DC**
- **OVLO @ 54V**, 工作上限 @ **52V**
- 在**58.5V**和**60V DC**内, 主动计数器测量
- **UVLO @ 24V**, 工作下限 @ **36V**
- 在**24V**和**36V DC**, 主动计数器测量
- 必须对**6 – 72V DC**全范围内的电源轨状态进行监视

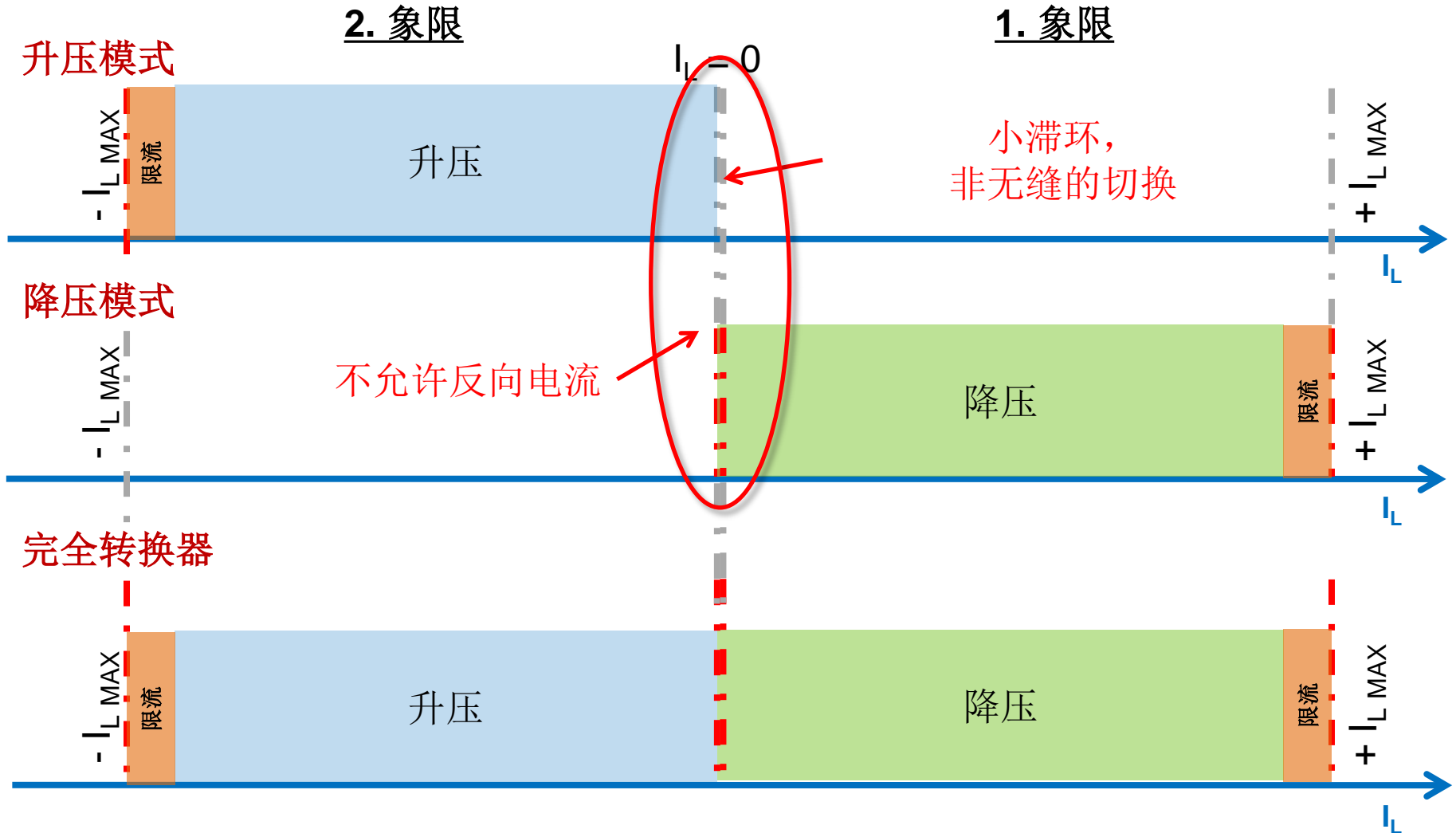
- 能效 **>95%** (通常目标**97%**)
- 必需**ASIL B/C级**

12V电源轨规范



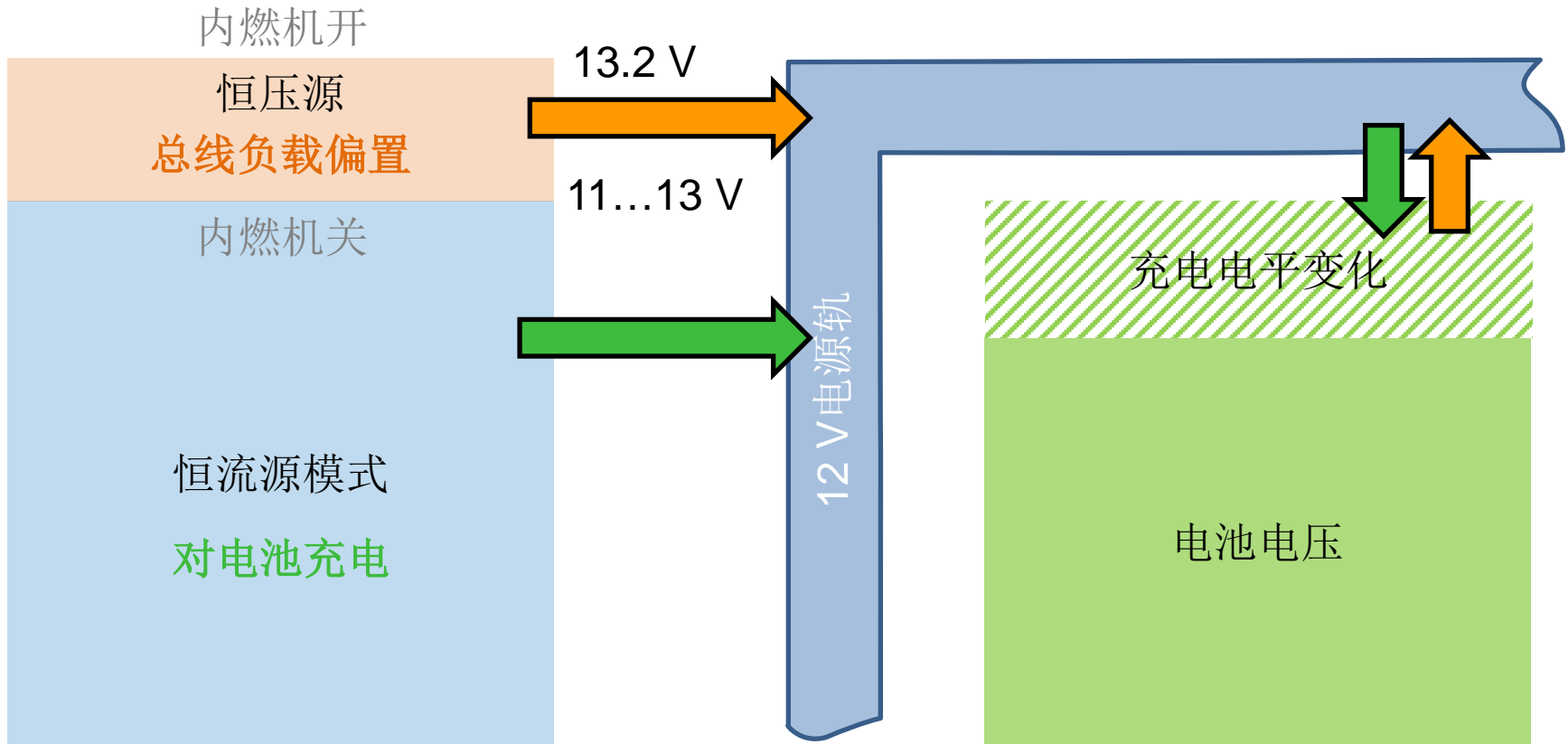
- 电源范围: 6 ... 27V DC
- **OVLO @ 18V**, 工作上限 @ 27V, 被动最高50V
- **UVLO @ 6V**, 工作下限 @ 8V
- 必须对6 – 50V DC全范围内的电源轨状态进行监视
- 发电机仿真
 - $V_{OUT} = 13.1V$ (当引擎运行时)
 - $V_{OUT} = 12.0V$ (当引擎关闭时)
- 多种输出模式
 - 12V电池始终支持总线
 - 如果 $V_{OUT} \leq V_{BAT}$ → 恒流源
 - 如果 $V_{OUT} > V_{BAT}$ → 恒压源
- 能效 >95% (通常目标97%)
- 必需**ASIL B/C级**

恒流源工作模式

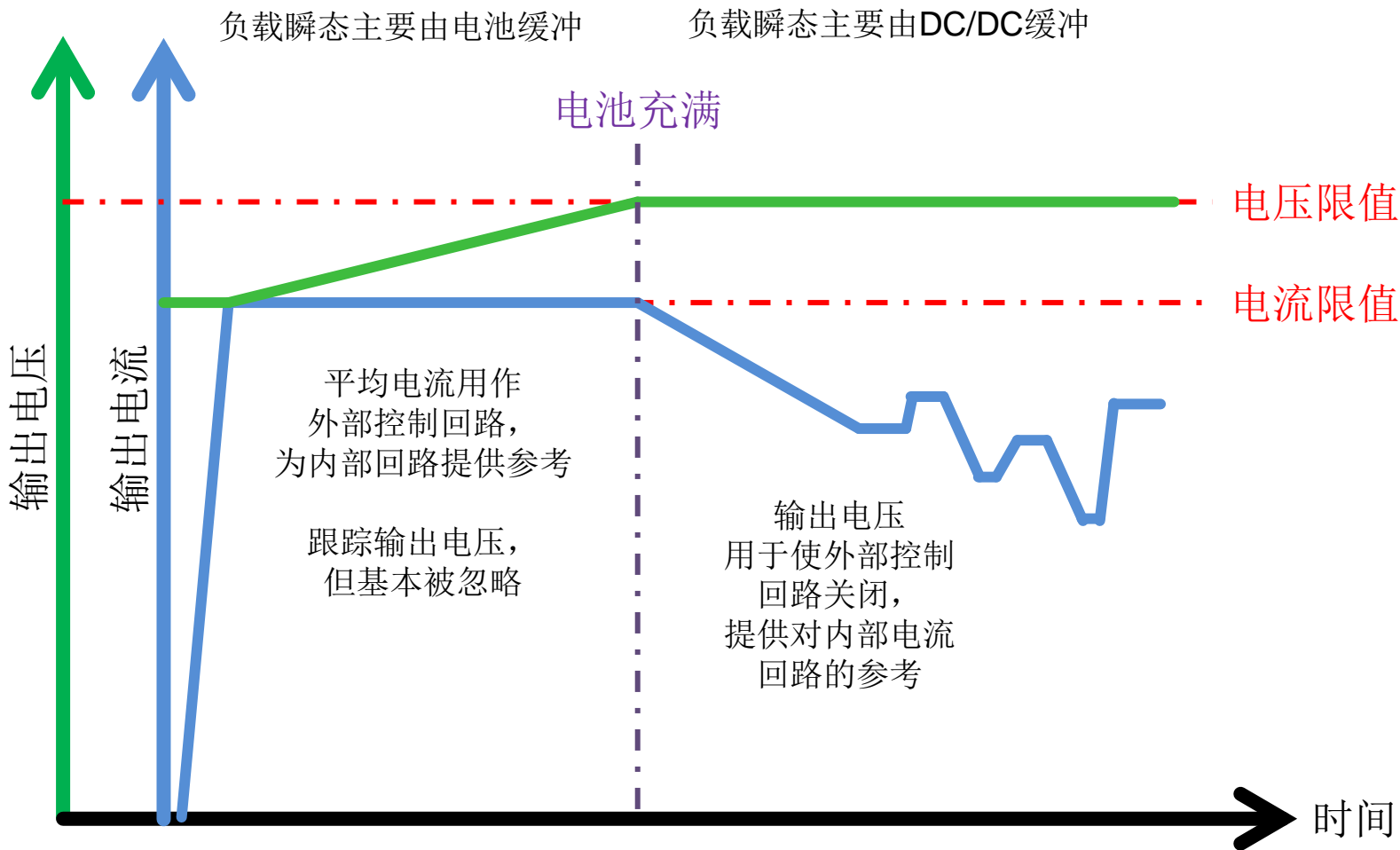


源工作模式的切换

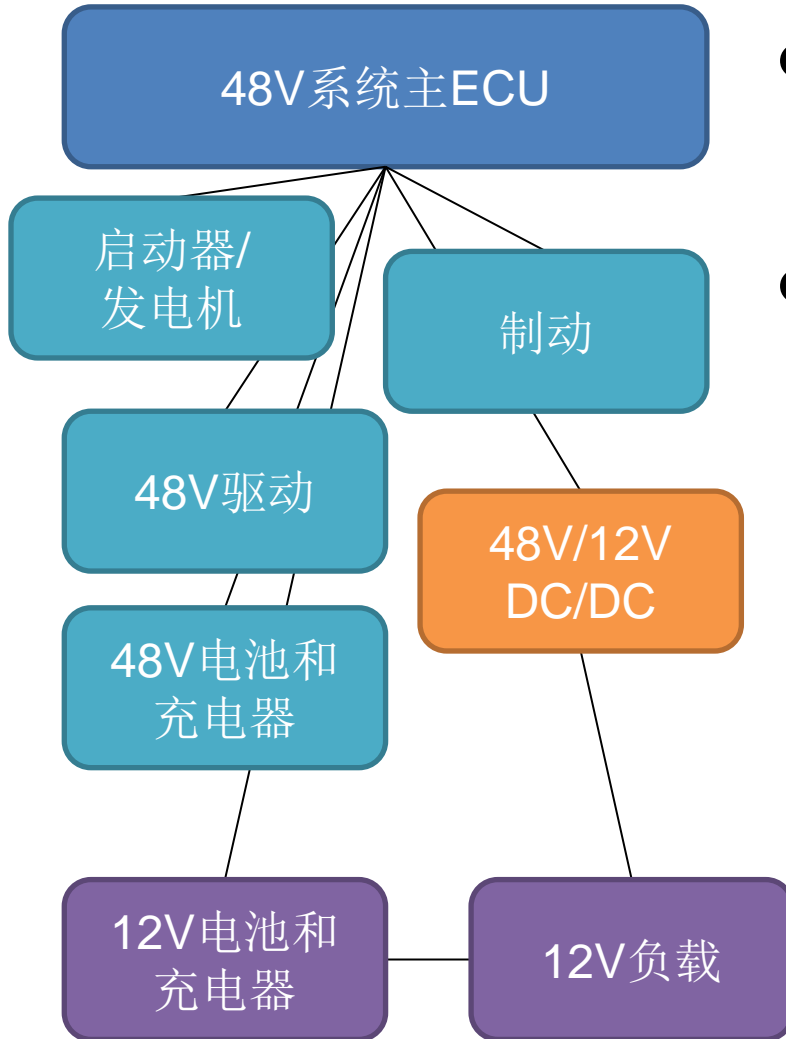
恒流和恒压源工作模式之间的切换由主控制单元设置的最大电流限值定义



源工作模式的切换



工作模式

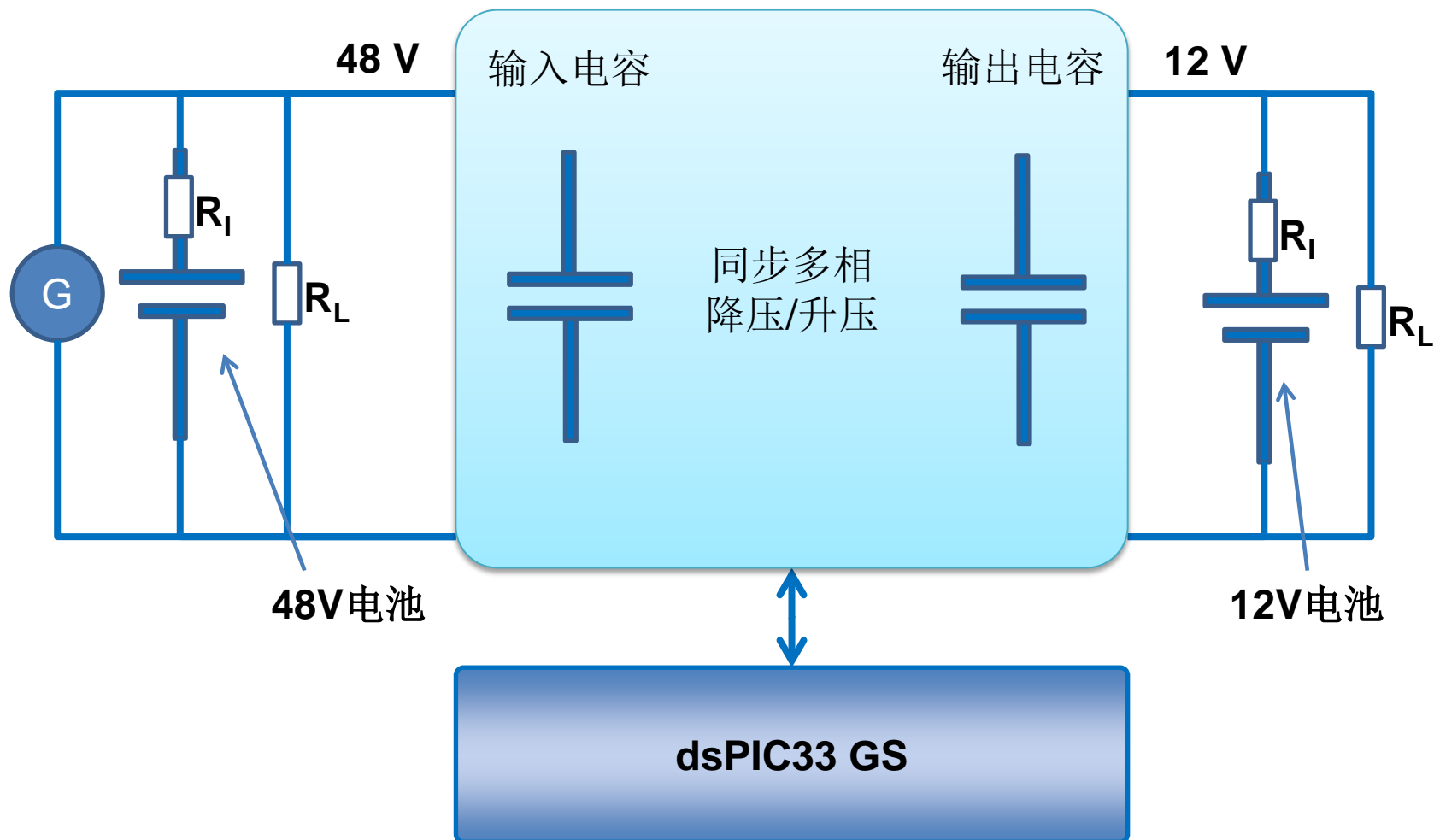


- **DC/DC转换器是支持回收的48V系统的一部分**
- **基本由更高级控制“编程”工作模式**
 - DC/DC转换器以电流模式工作
 - 编程的电流与负载情况不匹配时，转换器切换为电压源模式

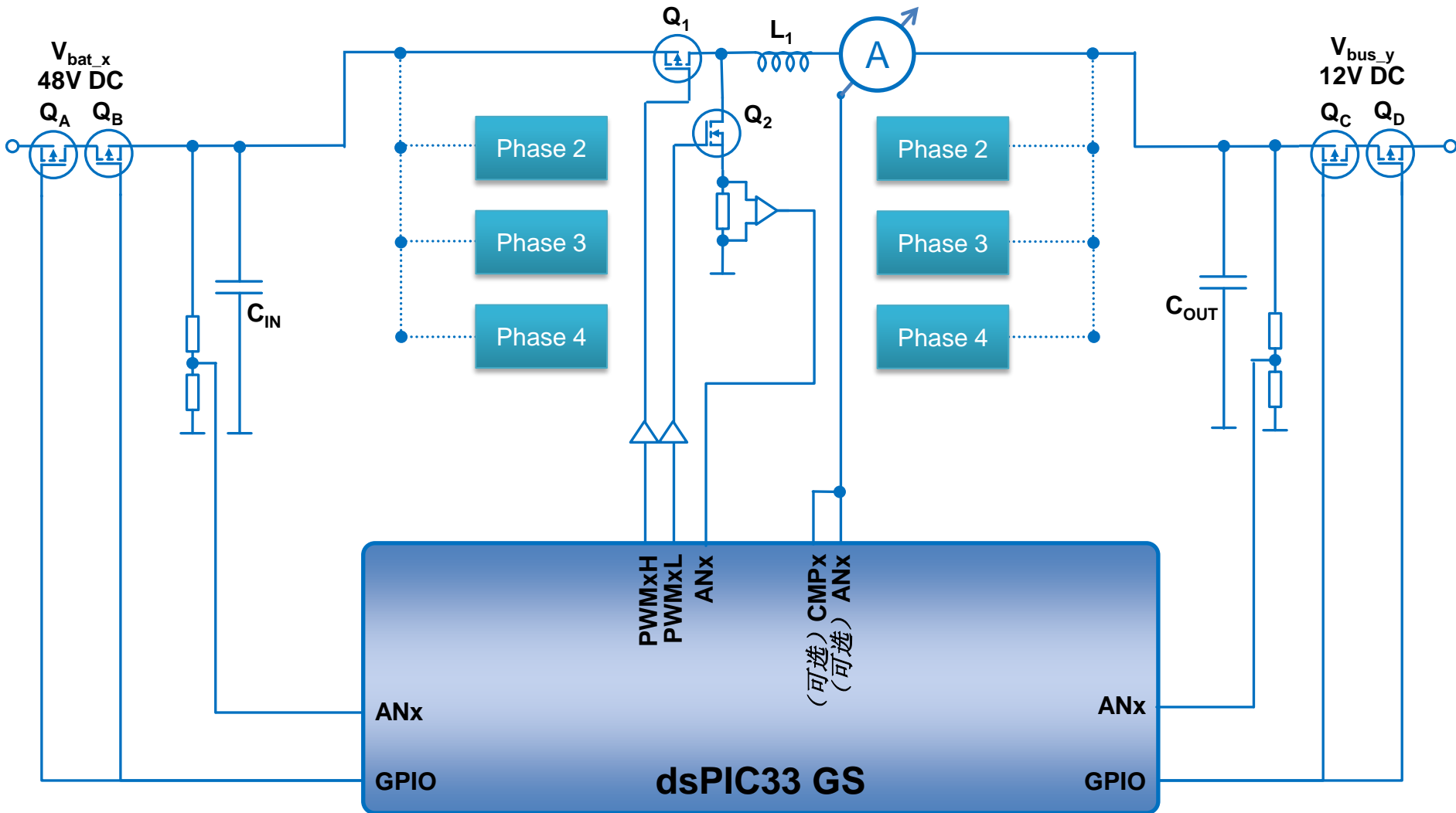
- **48V总线系统支持多个电源**
 - 48V驱动将在滑行和软制动期间作为发电机
 - 制动用来在短时间内恢复大能量
 - 主动减震器不断传递能量
 - 发电机/启动器单元在灌/拉电流之间切换
 - 可添加诸如太阳能板等可选系统
- **多源分布式电源系统需要合适的均衡**

- 用于轻（Mild）/微（Micro）混合动力汽车的48V/12V总线均衡器系统
- **48V/12V系统**
 - 框图
 - 工作模式
 - 系统集成
- 目标产品
- 总结

多级多相降压/升压转换器



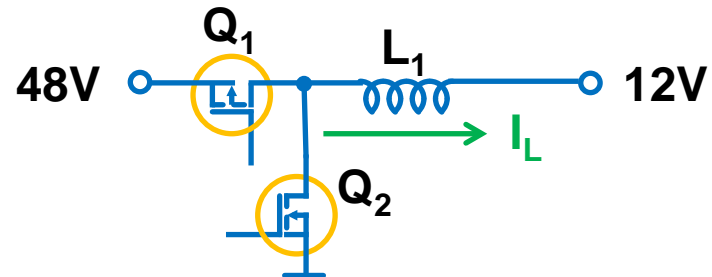
单级多相降压/升压实现



双向同步降压/升压

降压模式:

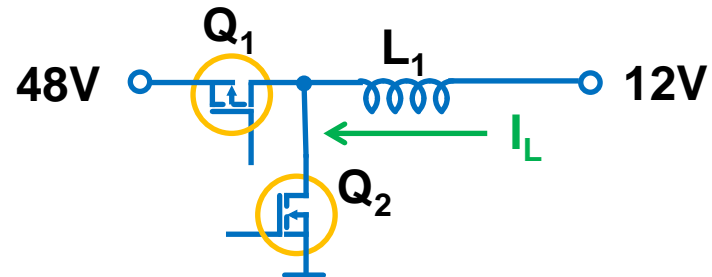
开关Q1/Q2以**同步降压转换器模式**工作；开关Q1是主开关，Q2作为同步整流器工作。Q2可以轻负载模式禁止，以增强能效（二极管仿真模式）。



范围: $I_L > 0$

升压模式:

开关Q1/Q2以**同步升压转换器模式**工作；开关Q2是主开关，Q1作为同步整流器工作。Q1必须以二极管仿真模式驱动，以防止DCM反向电流。



范围: $I_L < 0$

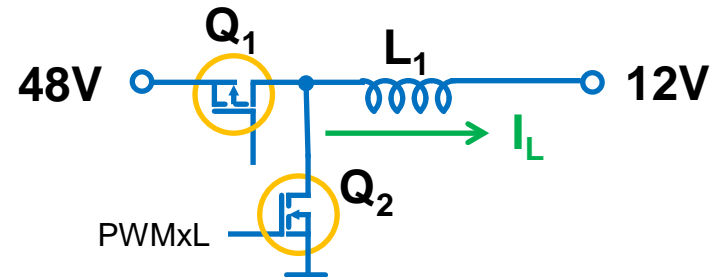
- 开
- 工作
- 关
- 不确定

双向同步降压/升压

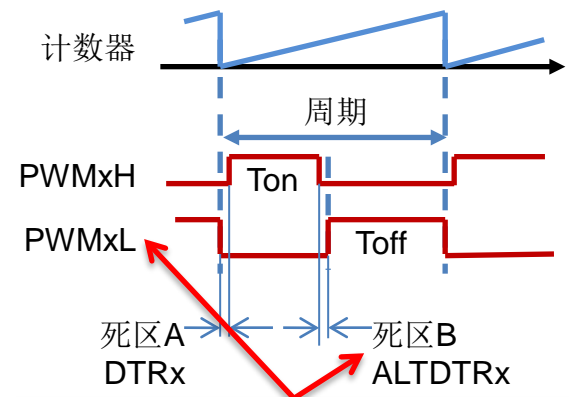
同步升压模式的二极管仿真：

同步升压转换器模式下，开关Q1/Q2以互补模式工作，只要转换器以连续导通模式（CCM）运行，其中开关Q2是主开关，Q1作为同步整流器工作。

当转换器进入不连续导通模式（DCM）时，Q1必须以二极管仿真模式驱动，以防止错误的反向电流。这可以通过检测Q1电流的过零点或者基于输出电流与输入电压比之间的关系使用软件进行CRM的评估来实现。补偿这种方法造成的误差，可以先评估一个保守的DCM/CCM切换点然后利用二极管部分地开开关来实现。



范围： $I_L < 0$



基于软件的DCM/CCM检测器

1.6 kW 4相参考设计

- **技术数据:**

- 紧密耦合的2个两相完全冗余的架构
- 无间隙双向工作
- V48: 25 ... 70V (最大值)
 - 均衡范围: 32 -62V (根据Bosch规范)
- V12: 7 ... 18V (最大值)
 - 均衡范围: 9 - 16V
 - 13.8V为标称工作点
- 120A/30A (最大值) 下行/上行电流
- 可编程V/I特性
- SPI/I²C/UART接口

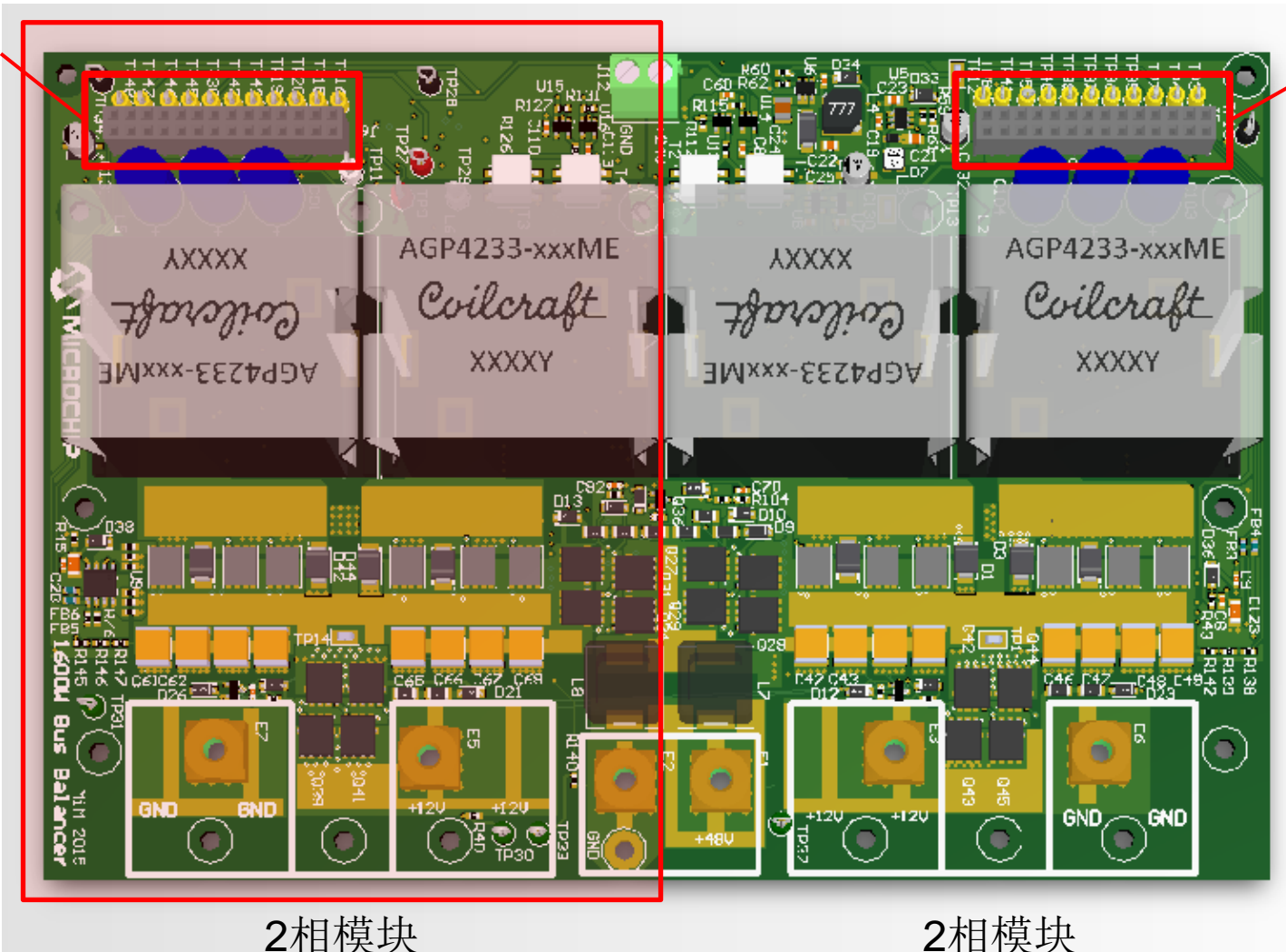


- **特别功能:**

- DCM下的真二极管仿真
- 混沌扩频调制 ($\pm 3\%$)
- 在轻/中/高负载范围内提升效率
- 增强诊断和故障处理

系统级

dsPIC®
DSC

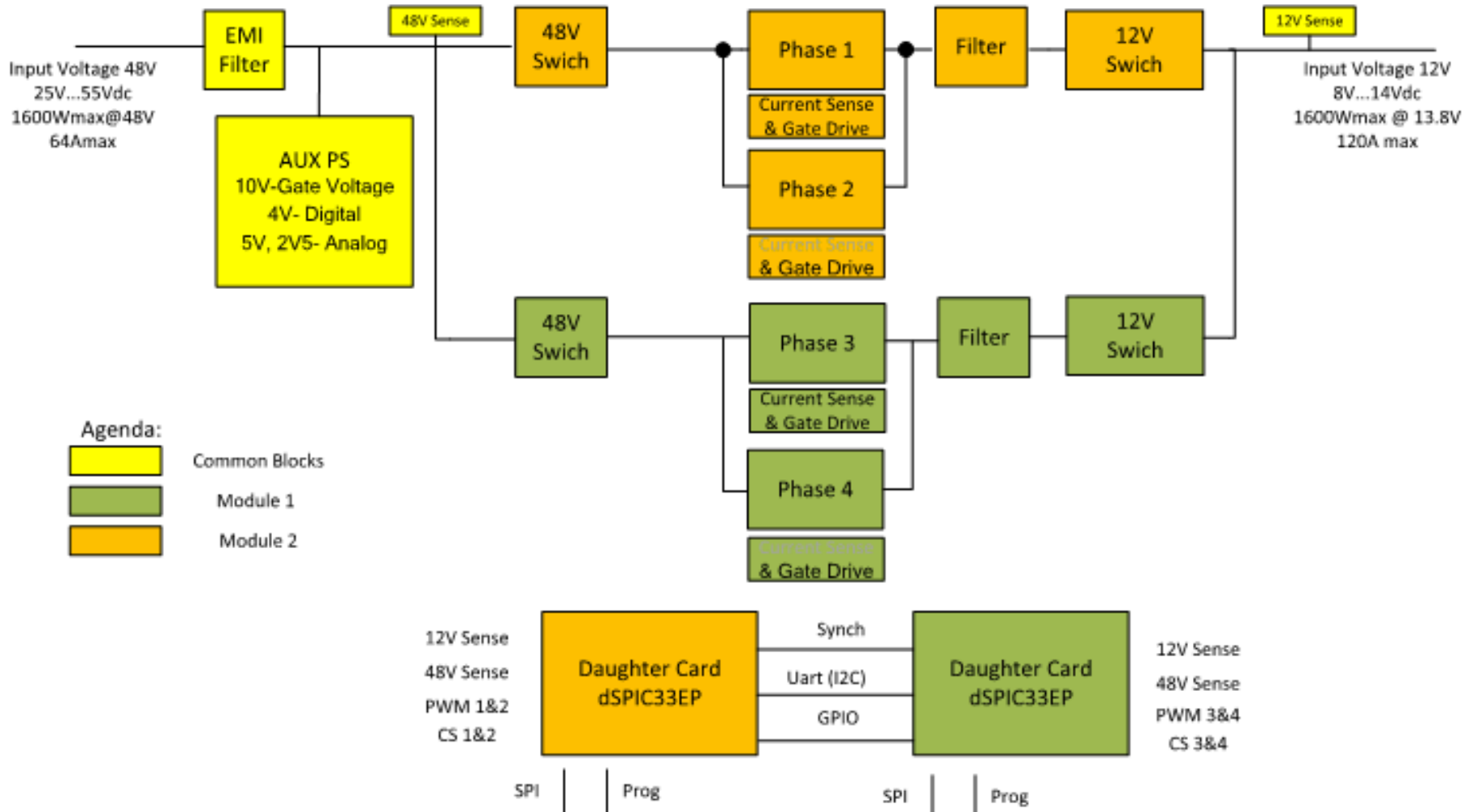


dsPIC®
DSC

2相模块

2相模块

系统级框图



- 用于轻（Mild）/微（Micro）混合动力汽车的48V/12V总线均衡器系统
- 48V/12V系统
 - 框图
 - 工作模式
 - 系统集成
- 目标产品
- 总结

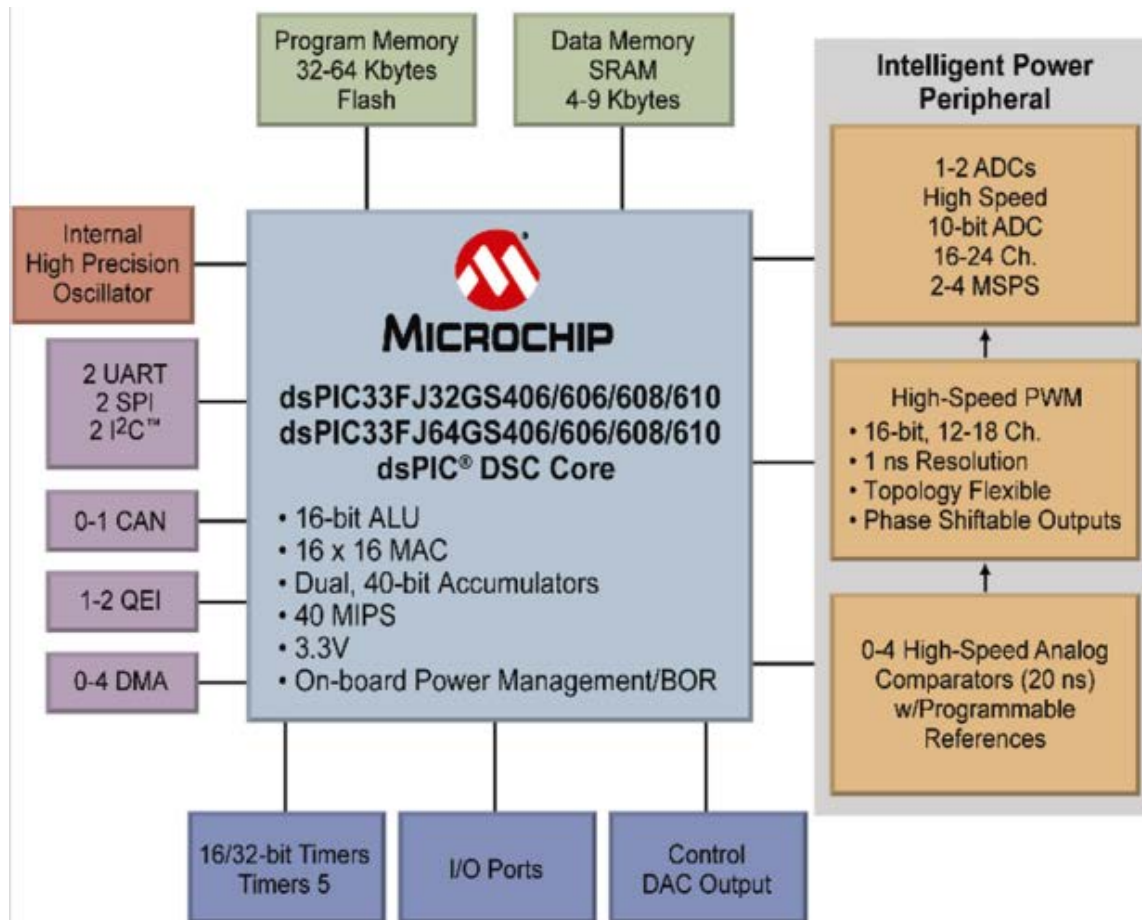
dsPIC33F GS

- **40/50 MIPS内核**
- **最大64 KB闪存**
- **1 ns PWM分辨率**
- **2x 2 Msps ADC (10位)**
- **4x 比较器, 带10位DAC**
- **最高500 kHz的控制频率**

dsPIC33E GS

- **60/70 MIPS内核**
- **最大256 KB闪存**
- **1 ns PWM分辨率**
- **5x 3.25 Msps ADC (12位)**
- **4x 比较器, 带12位DAC**
- **2x PGA, 40 MHz GBWP (4x/8x/16x/32x/64x增益)**
- **最高1.0 MHz的控制频率**

dsPIC33FJ SMPS (GS) 系列架构

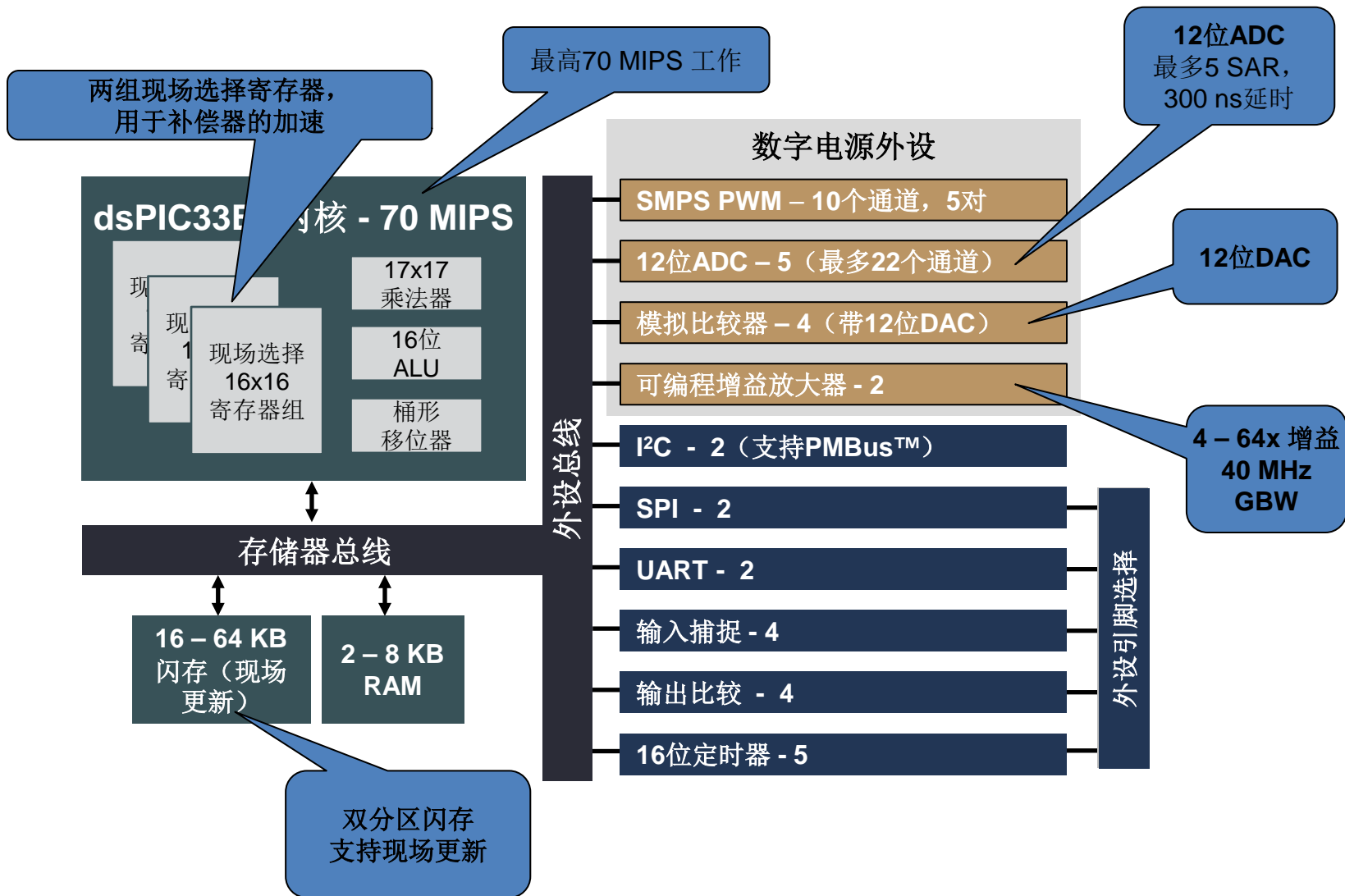


- 智能电源外设
 - 控制对比较器、PWM和ADC的协调
 - 通过软件设置 / 独立于软件工作
 - ADC的转换时间十分精确
 - 控制对故障的PWM响应

- 优点
 - 提供实时响应，无需固件干涉
 - 可适应各种控制方式
 - 提供故障安全控制

- 凭借对SMPS的深入理解，进行开发
 - 多年工作于电源转换领域，并提供针对这个领域的产品

dsPIC33EP GS系列性能增强



- 用于轻（Mild）/微（Micro）混合动力汽车的48V/12V总线均衡器系统
- 48V/12V系统
 - 框图
 - 工作模式
 - 系统集成
- 目标产品
- 总结

- 对于混合动力汽车而言，**48V总线**在成本和能效方面是上佳选择
- **48V/12V**电池均衡器不仅仅是**DC/DC**转换器。实际上，由于汽车中出现越来越多的电子负载，它是汽车稳定运行的基本要件
- 凭借**dsPIC[®] GS**芯片功能强大的特性，**Microchip 1600W**电池均衡器使混合动力汽车更加节能



Microchip 工程师社区

<http://www.microchip.com.cn/community>



快讯

<http://www.microchip.com.cn/community/html/newsletter.shtml>



<http://weibo.com/microchiptech>



<http://t.qq.com/microchiptech>



<http://i.youku.com/Microchip>



<https://www.youtube.com/playlist?list=PLEB6441B0D29C405B>

全球技术支持: <http://support.microchip.com>

国内技术支持: china.techhelp@microchip.com

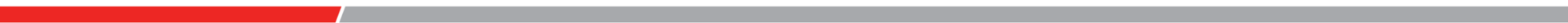
国内技术支持热线: 800-820-6247 或 400-820-6247





MICROCHIP

谢谢
答疑时间



软件:

Microchip软件仅允许用于Microchip产品。此外，Microchip软件的使用受软件附带的版权声明、免责声明以及任何授权许可的限制，无论这些内容是在安装各个程序时阐明还是在头文件或文本文件中公告。

尽管有上述限制，但Microchip和第三方提供的软件的某些组件仍可能被“开源”软件许可覆盖，其中包括要求分发者提供软件源代码的许可。在开源软件许可要求的范围内，许可条款将起主导作用。

注意事项和免责声明:

这些材料和随附信息（例如，包括任何软件以及对第三方公司和第三方网站的引用）仅供参考，并且按“现状”提供。Microchip对第三方公司做出的声明或第三方可能提供的材料或信息不承担任何责任。

Microchip不承担任何形式的保证，无论是明示的、暗示的或法定的，包括有关无侵权性、适销性和特定用途的暗示保证。在任何情况下，对于与Microchip或其他第三方提供的材料或随附信息有关的任何直接或间接的、特殊的、惩罚性的、偶然的或间接的损失、损害或任何类型的开销，Microchip概不承担任何责任，即使Microchip已被告知可能发生损害或损害可以预见。

商标:

Microchip的名称和徽标组合、Microchip徽标、AnyRate、AVR、AVR徽标、AVR Freaks、BeaconThings、BitCloud、CryptoMemory、CryptoRF、dsPIC、FlashFlex、flexPWR、Heldo、JukeBlox、KeeLoq、KeeLoq徽标、Kleer、LANCheck、LINK MD、maXStylus、maXTouch、MediaLB、megaAVR、MOST、MOST徽标、MPLAB、OptoLyzer、PIC、picoPower、PICSTART、PIC32徽标、Prochip Designer、QTouch、RightTouch、SAM-BA、SpyNIC、SST、SST徽标、SuperFlash、tinyAVR、UNI/O及XMEGA均为Microchip Technology Incorporated在美国和其他国家或地区的注册商标。

ClockWorks、The Embedded Control Solutions Company、EtherSynch、Hyper Speed Control、HyperLight Load、IntelliMOS、mTouch、Precision Edge及Quiet-Wire均为Microchip Technology Incorporated在美国的注册商标。

Adjacent Key Suppression、AKS、Analog-for-the-Digital Age、Any Capacitor、AnyIn、AnyOut、BodyCom、chipKIT、chipKIT徽标、CodeGuard、CryptoAuthentication、CryptoCompanion、CryptoController、dsPICDEM、dsPICDEM.net、Dynamic Average Matching、DAM、ECAN、EtherGREEN、In Circuit Serial Programming、ICSP、Inter-Chip Connectivity、JitterBlocker、KleerNet、KleerNet徽标、Mindi、MiWi、motorBench、MPASM、MPF、MPLAB Certified徽标、MPLIB、MPLINK、MultiTRAK、NetDetach、Omniscient Code Generation、PICDEM、PICDEM.net、PICkit、PICTail、PureSilicon、QMatrix、RightTouch徽标、REAL ICE、Ripple Blocker、SAM-ICE、Serial Quad I/O、SMART-I.S.、SQL、SuperSwitcher、SuperSwitcher II、Total Endurance、TSHARC、USBCheck、VariSense、ViewSpan、WiperLock、Wireless DNA及ZENA均为Microchip Technology Incorporated在美国和其他国家或地区的商标。

SQTP是Microchip Technology Incorporated在美国的服务标记。

Silicon Storage Technology是Microchip Technology Inc.在除美国外的国家或地区的注册商标。

GestIC是Microchip Technology Inc.的子公司Microchip Technology Germany II GmbH & Co. & KG在除美国外的国家或地区的注册商标。

在此提及的所有其他商标均为各持有公司所有。© 2017 Microchip Technology Incorporated版权所有。